

京都女子大学における学 内無線 LAN 利用動向

宮 下 健 輔*

1990年代後半に始まったラップトップ PC による情報機器の携帯は、2000年代後半からスマートデバイスの台頭によって爆発的に普及し、大学ではそれらを受け入れるための学内 LAN 整備が進んでいる。京都女子大学では2001年に始まった無線 LAN サービスが発展を続け、2014年には約150台の無線アクセスポイントが設置され、校地の半分程度の面積で無線 LAN が利用可能となっている。本論文では、最近約1年5ヶ月分の無線 LAN の利用動向を調査した結果を報告し、京都女子大学での無線 LAN 利用の傾向や特徴、今後の課題等をまとめる。

キーワード：情報システム、無線 LAN、利用動向調査

1 はじめに

1990年代初頭の WWW (World Wide Web) 開発と1995年の Windows 95発売によってインターネットは一般の人にも爆発的に普及し、1990年代後半には国内でも商用利用が解禁されたことと相まって、今日では重要な社会基盤の一つとなっている。WWW の開発者である Tim Berners Lee が “THIS IS FOR EVERYONE” というメッセージとともに2012年のロンドン五輪開会式に現れたのは記憶に新しいところである。1990年代後半にはラップトップ PC の小型化や高性能化が進んだことにより、教員や学生が自分の所有する PC

* 京都女子大学 現代社会学部
現代社会学科

を大学に持参し学内 LAN に接続して利用するようになり、今世紀になって BYOD (Bring Your Own Device) と名付けられた (Ballagas, et al. (2004))。

2000年代末になってラップトップ PC に代わり台頭してきたのがスマートフォンやタブレット端末等のスマートデバイスである。これらのデバイスの特徴は、ラップトップ PC より薄型軽量でタッチスクリーンを備えていることであり、また、ほぼすべてのスマートデバイスが無線 LAN への接続を前提として設計されている。Business Insider 誌による予測では、2014年には PC よりもスマートフォンやタブレットの方が多くなっている (インターネットに接続している台数を比較して) としている¹⁾。

このような背景の中、かつて有線 LAN が主であった組織内ネットワークにおいてもアクセス層²⁾に無線 LAN が普及している。Henderson, et al. (2008) では米ダートマス大学において無線 LAN の利用動向を調査し、特に P2P (Peer-to-Peer) とマルチメディアストリーミングによるトラフィックが劇的に増加したと報告しており、Gember, et al. (2011) では米ウイスコンシン大学での可搬型端末と非可搬型端末との通信の差異を調べ、可搬型端末では UDP トラフィックが少なく HTTP が多めであり、ビデオのトラフィックが非常に多いことが判明している。また国内では佐藤ら (2012) により学習院大学での無線 LAN 利用動向が、杉木ら (2013) により筑波大学での利用動向が判明している。それ

ぞれユーザの所属別利用統計や、日付や場所による利用形態の差異などを明らかにし、今後の学内ネットワーク運用に役立てるための基礎データとして位置付けている。

京都女子大学 (以下、本学という) では 2000年から本格的な学内 LAN 整備が始まり、以来、数年おきに改良と拡張を繰り返してきた (宮下・水野 (2012))。特に無線 LAN については、2001年にわずか 2 台の民生用無線アクセスポイント (AP) で始まった設備が、今日では約 150 台の業務用無線 AP とそれらを統合するコントローラ 2 台による構成に発展した。この無線 LAN の利用動向は宮下 (2013) によって約 2 ヶ月分が調査され、所属や日付、場所による利用統計が報告されている。

本論文では 1 年以上の期間に亘る無線 LAN の利用記録を統計処理し、本学における無線 LAN の利用動向を明らかにする。また、それを基礎データとして学内ネットワーク運用の課題を発見し、今後の運用改善に役立てようとするものである。

2 本学の無線 LAN

本学の校地を含む周辺の地図を図 1 に示す。ここで「H 研究棟」と書かれた建物が現在の F 校舎であり、その西側にある敷地に、東から順に S 校舎、L 校舎、Q 校舎と並び、Q 校舎の南隣に A 校舎がある。“Kyoto Women's University” というピンが描かれている建物が B 校舎、その南に接続しているのが C 校舎であり、「22校舎」と書かれているのは Y 校



図1 本学周辺の地図(グーグルマップより引用)

舎である。また、「京都女子大学図書館」と書かれた建物がE校舎、その西隣がD校舎である。

本学で初めて、学内に広報して無線APが設置されたのは2001年であり、無線APはS校舎に2台の民生品が設置された。その後10年間無線APは2台のまま運用されていた(製品は途中で一度更改されている)が、2011年3月、10台の業務用無線APとコントローラを導入し本格的な無線LANの運用を開始した。それ以降、建物の新築や免震工事等の際に無線APが導入され続け、2014年現在、約150台の無線APと2台のコントローラが稼働している。

本学ではB校舎、C校舎、F校舎、R研究棟、S校舎、U校舎、Y校舎と、E校舎の一部(図書館)、J校舎の一部(図書館)、D校舎の一部(非常勤講師控室)、J校舎の一部(非常勤講師控室)、K校舎の一部(1階)、L校舎の一部(非常勤講師控室)で無線LANが利用できる。これらは導入年度や予算の関係で3種類に大別でき、それぞれK校舎の一部、非常勤講師控室(J、D、L校舎)、その他となる。K校舎は導入年度が新しく、コントローラを必要としない無線APソリューションを導入している。J、D、L各校舎の非常勤講師控室には古くから設置されている無線APが1台ずつある。そしてこれら以外の校舎に設置されているのが今回の調査対象であり、学内でもっとも広い範囲で利用できる無線LANである。

この無線LANはIEEE 802.11b/g/nの3種類の形式でいずれもWPA2による認証および暗号化が運用されており、ユーザ認証方式はWWWによるパスワード認証(captive portal方式)である。無線LANの利用手順を以下に示す。

1. ユーザデバイスで学内無線LANを示す特定のSSIDの無線LANに接続する(WPA2のキーを要求される)
2. DHCPサーバからユーザデバイスにIPアドレスが割り当てられ、通信が規制される(DHCPサーバおよびユーザ認証サーバとのみ通信できる)
3. ユーザデバイスでWWWブラウザを利用してWWWサイト(HTTPであ

ればどこでもよい) にアクセスする

4. 認証ページが表示されるのでユーザ名とパスワードを入力する
5. RADIUS サーバによりユーザ名とパスワードの組合せが検証され、正しい組合せであればコントローラでユーザデバイスの通信規制が解除される

ここで利用可能となったユーザデバイスは以下のいずれかの場合に利用不可となり、さらに利用を継続したい場合は再認証が必要となる。

- ・ユーザデバイスが明示的に当該無線 LAN から切断されたとき
- ・ユーザデバイスが一定時間以上に互り無通信状態となったとき

3 無線 LAN の利用記録

ユーザデバイスの利用開始時点（上記の手順 5）で無線コントローラには下記のような項目を含むデータが記録される。

- ・日時
- ・IP アドレス
- ・MAC アドレス
- ・ユーザ名
- ・認証手段
- ・接続された無線 AP 名
- ・接続された VLAN の ID

本学でのユーザ名は学生番号や氏名から容易に想像できる文字列になっており、本学が所有する教職員や学生の名簿その他個人情報の掲載された資料と突合することにより容易に個人を特定し得る。そのため、ユーザ名の

含まれる上記のような記録は個人情報に準ずるものとして嚴重に管理される必要がある。これは MAC アドレスについても同様で、MAC アドレスはデバイス固有のものであるため、他のネットワークにそのデバイスが接続した際にはそこに記録が残り、それらを突合することでそのデバイスを追跡することが可能となる。

以上のことより、本論文の調査を行うにあたってまず上記の記録から個人を特定し得る情報としてユーザ名と MAC アドレスを匿名化する必要がある。しかし単なる匿名化を実施してしまうと、ユーザやデバイスの追跡がまったく不可能となり不都合が生じる。例えば、日時を隔てて記録されている 2 つのエントリが同一ユーザのものかどうかもわからなくなってしまうのは利用動向が把握できない。ただ、これはそれらのエントリが誰のものが明らかになっている必要はなく、それら 2 つのエントリが同一ユーザのものであることが保存されていればよい。そこで、この記録を識別非特定情報に変換してから扱うこととする。この識別非特定情報とは技術検討ワーキンググループ報告書（2013）で定義されている概念で、「一人ひとは識別されるが、個人が特定されない状態の情報（それが誰か一人の情報であることがわかるが、その一人が誰であるかまではわからない情報）」（技術検討ワーキンググループ報告書（2013）より引用）をいう。

本学に設置されている無線 LAN は前述のように 3 種類存在し、それぞれで記録される

表 1 各校舎別無線 AP 設置台数

校舎	AP 台数
B 校舎	3
C 校舎	26
F 校舎	25
R 研究棟	2
S 校舎	10
U 校舎	46
Y 校舎	28

情報は異なる。本論文ではそれらのうちもっとも広範囲で利用されている無線 LAN を対象に分析を行った。この無線 LAN は B 校舎、C 校舎、F 校舎、R 研究棟、S 校舎、U 校舎、Y 校舎で利用できる。それぞれの校舎に設置されている無線 AP の台数は表 1 の通りである。

無線 LAN の利用記録は無線 LAN コントローラに集約されるので、今回の調査にあたり SNMP³⁾を利用して10分おきに取得している。取得の際には、前述のように識別非特定情報化処理を行う。具体的にはユーザ名と MAC アドレスを SHA-1 によるハッシュと置き換える。この際、ユーザの属性情報（学生か否か、所属学科、学年等）は統計情報として重要なので別に抽出しておき、MAC アドレスの上位 3 バイト⁴⁾も同様の理由で保存している。また、識別非特定情報化した情報は関係データベースに挿入しており、DBMS として SQLite 3 を利用している。

4 利用動向

前述した無線 LAN 利用記録を識別非特定

表 2 無線 LAN ユーザ数

種別	人数	割合 (%)
学生	1893	91.4
教職員	176	8.6
合計	2069	100.0

情報化した上で統計処理をし、本学における無線 LAN 利用動向調査を行った。利用記録の取得期間は2013年 7 月10日 1 時30分から2014年11月27日14時30分までの約 1 年 5 ヶ月であり、この間に643,011件の利用が記録されている。

調査期間内に無線 LAN を利用したユーザ数を表 2 に示す。これは調査期間内に一度でも無線 LAN を利用した（ユーザ認証に成功した）ユーザを、重複を除いて数え上げたものである。この表から無線 LAN ユーザの 9 割以上を学生が占めていることがわかる。大学院と大学、短期大学を合わせた学生数は2014年 5 月現在で6,324人⁵⁾なので、そのうちの約30%が無線 LAN を利用している。また、大学・短大を合わせて教職員およびティーチングアシスタント等の「学生以外」は882人⁶⁾なので、そのうちの約20%が無線 LAN を利用していることになる。

無線 LAN を利用したことのある学生の学年別内訳を表 3 に示し、学部別内訳を表 4 に示す。調査期間が複数年度に亘っているため、学年別内訳の人数合計は表 2 の合計と一致しない。本学には学部生（1～4 年生）が平均 1,500 人ずつ在籍することを考えると、1～3 年生は39～43%の割合で、4 年生は22%が

表3 無線 LAN ユーザの学年別内訳

学年	人数	割合
学部1年	590	26.9%
学部2年	655	29.8%
学部3年	591	26.9%
学部4年	335	15.3%
学部5年	5	0.1%
学部6年	2	0.3%
修士1年	7	0.4%
修士2年	8	0.4%
博士1年	3	0.1%

表4 無線 LAN ユーザの学部別内訳

学部	人数	在籍者数	割合
家政学部	369	1,360	27.1%
現代社会学部	574	1,174	48.8%
発達教育学部	500	1,384	36.1%
文学部	314	1,831	17.1%
法学部	116	471	24.6%

無線 LAN を利用していると考えられる。4年生だけ値が低いのは、4年生になると履修科目が激減し、就職活動等で大学へ来る機会が少なくなることが原因ではないと思われる。

また、表4の学部別内訳（大学院生は少数なので除いている）を見ると2014年の在籍者数に対する割合で現代社会学部生がもっとも多く、ほぼ半数が無線 LAN を利用したことがあるとわかる。他学部が17～36%であるのに対してこれは大きな数値である。現代社会学部では1年生後期に「データ構造とアルゴリズム」という選択科目があり、学生が持参するラップトップ PC 上で Ruby を利用して

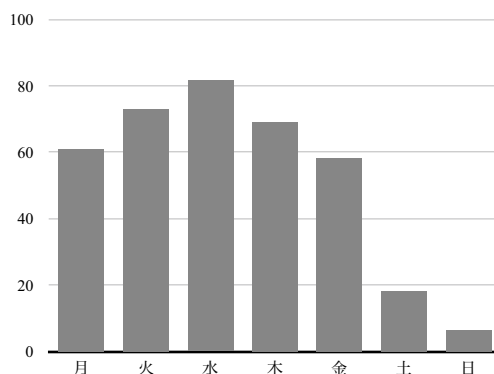


図2 曜日ごとのユーザ数の平均

プログラミングの基礎を学ぶ。このとき学生が持参するラップトップ PC のほぼすべてが無線 LAN に接続する。この科目を履修する学生は毎年100名前後であり、この科目を皮切りに情報系科目が途切れることなく開講されることから、大学で無線 LAN に接続する機会も増えるのではないと思われる。

曜日ごとのユーザ数の変化を図2に示す。水曜日をピークに平日は対称的な変化をしていることがわかる。昨年、宮下（2013）で利用動向を調査したときには現代社会学部の学生がユーザ全体の約半数を占めており、そのため曜日ごとのユーザ数の分布は現代社会学部の時間割に強く影響されていた（現代社会学部で1・2年生の必修科目であるゼミ（基礎演習と演習）が開講されている火曜日にピークがあった）が、今回は調査期間を長くすることでそのような偏りを押さえることができたと考えられる。

曜日と時間帯ごとのユーザ数の変化を図3に示す。本学では1限目が9時前に開始し、6限目が20時前に終了するので、人数の変化

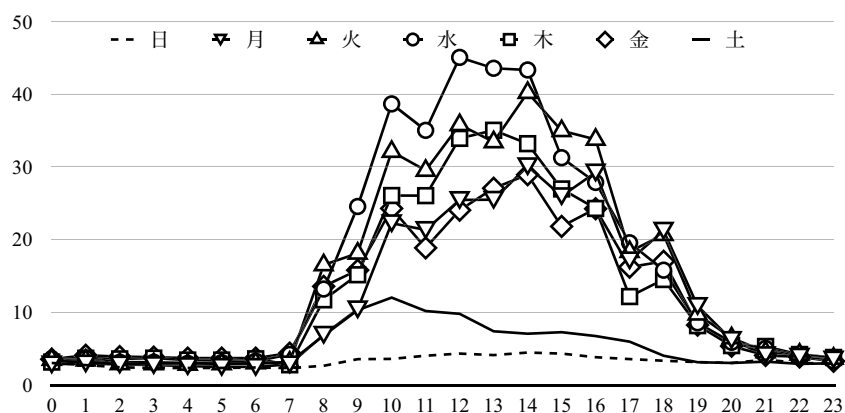


図3 曜日・時間帯ごとのユーザ数の平均

にもそれが反映されているように思われる。それ以外の時間帯にも少数ながら一定数のデバイスが無線 LAN に接続されているのは、認証済みのデバイスが研究室等に残され通信し続けているのではないだろうか。ユーザ数のピークは、水曜と木曜は正午または13時にあり、それ以外の平日では14時にあることがわかる。

ユーザ数を時間帯と校舎別に集計すると図4のようになる。この図から C 校舎の無線 LAN が日中によく使われていることがわかる。これは C 校舎には定員が100名以上の大きな講義室が多く集まっていることが原因と思われる。また、それに次いで S 校舎と Y 校舎も日中によく利用されている。これもこれら2つの校舎に講義室や演習室が多く存在することから学生が日中に多く滞在するためだろう。逆に B 校舎や R 研究棟の利用者はほとんどおらず、これは B 校舎の無線 AP が1つの講義室にしか設置されていないことやそもそも R 研究棟には滞在する人が少ない

ことが原因と考えられる。

さらに図4を各校舎に設置されている無線 AP 1台あたりに平均化したものが図5である。これを見ると、図4では大きく異なっていた（最大で4倍の差があった）C校舎とS校舎のユーザ数が、平均化されると差が小さくなる（1.5倍程度になる）ことがわかる。他に、B校舎やR研究棟では深夜まで接続されているデバイスが存在することや、S校舎では接続数が0になるタイミングがないこと、F校舎やU校舎では無線 AP の台数に比較して利用者数がとても少ないことがわかる。これはそれぞれ、B校舎に家政学部教員研究室があることやR研究棟で深夜まで居残る必要のある実験等が実施されていること、S校舎では研究室等に常設されているデスクトップ PC 等が無線 LAN に接続していることが原因ではなかろうか。そしてF校舎とU校舎は無線 AP の台数が多すぎるのではないかとと思われる。

次にユーザの所持しているデバイスに注目

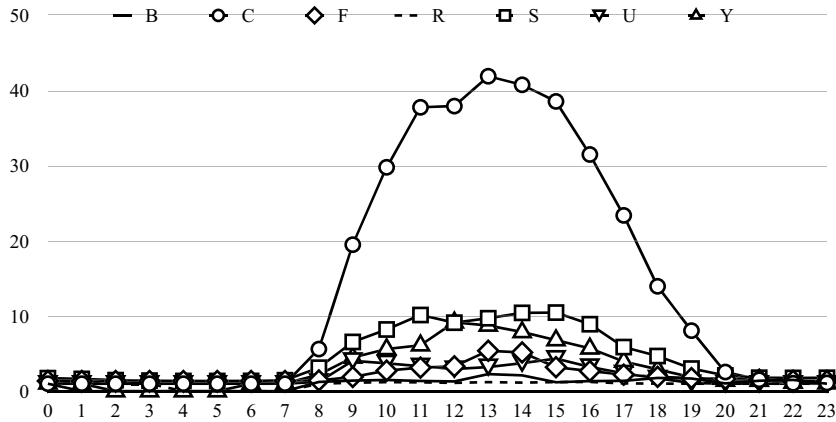


図4 校舎・時間帯ごとのユーザ数の平均

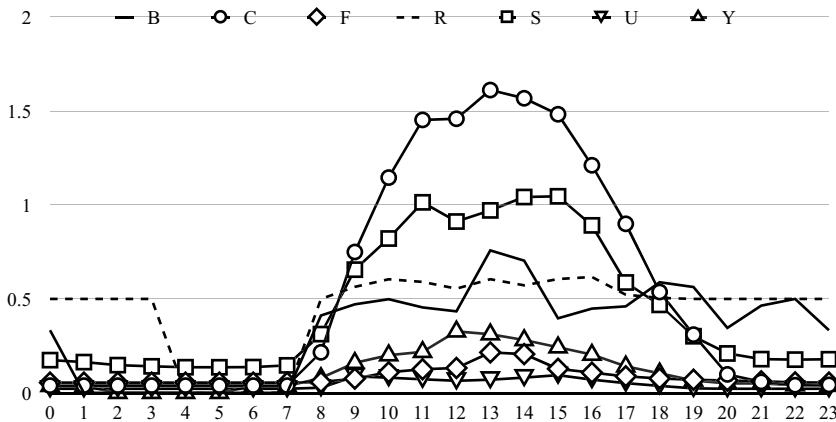


図5 無線AP・校舎・時間帯ごとのユーザ数の平均

する。1台のデバイスが調査期間中に何台の無線APに接続したかを数え上げたものが図6である。1台の無線APとだけ接続しているデバイスが圧倒的に多く、調査期間が1年5ヶ月あることを考慮すれば、これはラップトップPCを利用する授業がただ1つ決まっており、しかもその他の用途では無線LANに接続しないユーザが多いことを示していると考えられる。また、接続する無線APが5台以下のデバイスの台数を合計すると全体の

半数を超える（3,496台中の1,880台となる）ことから、各ユーザごとに携帯しているデバイスを無線LANに接続する場所がだいたい決まっているのではないかと考えられる。

図6の情報をもとに、無線APの設置されている建物ごとに集計したものが図7である。この図から、約4割のデバイスは1つの建物でしか無線LANに接続せず、2つ以下の建物で無線LANに接続するデバイスを合計すると過半数となることがわかり、すなわち上

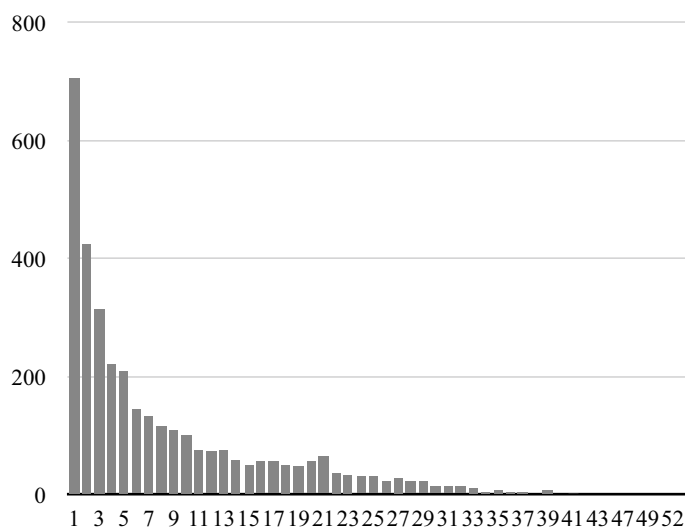


図6 デバイス1台あたりの接続無線 AP 数

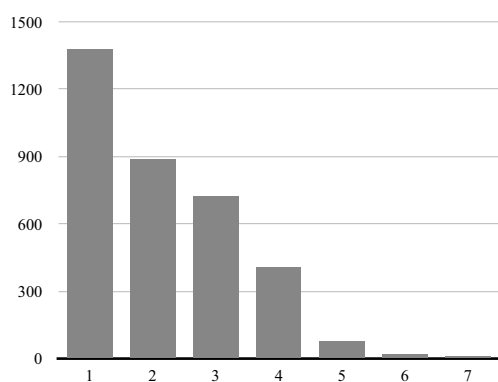


図7 デバイス1台あたりの滞在建物数

述した通り無線 LAN に接続する場所（校舎）がほぼ決まっているユーザが多いものと推測できる。無線 LAN に関わらず学生や教職員が日常的にどのように学内を移動しているかというデータを取得することができれば、このことと比較してみたいところである。つまり、学内で日常的に1つか2つの建物に滞在するだけの人がこの図7のように多いのであれば無線 LAN の利用動向と日常の移動範囲

が一致することとなり、普段から無線 LAN を日常的なサービスとして利用していることが窺えるが、もしそうでなければ、無線 LAN は明確な目的を持ったときのみ利用するサービスであるということが言えるのではないだろうか。

ユーザがデバイスをどのように携帯しているかに注目し、ユーザごとに何台のデバイスを実無線 LAN に接続したかを数えると図8のようになる。圧倒的に多いのが1台だけのデバイスを接続しているユーザであるが、2台のデバイスを接続したことのあるユーザも全体の2割強存在していることがわかる。3台以上のデバイスを接続したことのあるユーザは少数であり、全体の7%弱となるが、デバイス3台と4台を実無線 LAN に接続したことのあるユーザはそれぞれ89人と26人であり、少なからず存在していることがわかる。しかしこれが5台以上となると数人ずつしかおら

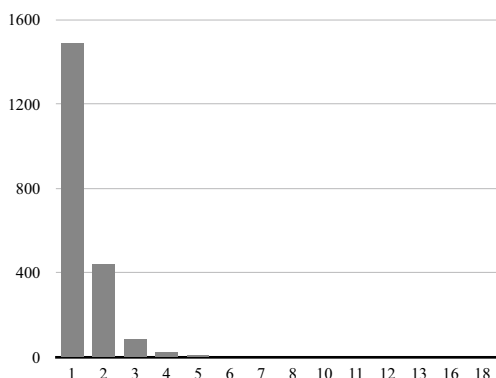


図8 ユーザ1人あたりの接続デバイス数

ず、非常に珍しい存在となる。

最後に、各デバイスのMACアドレスからOUIを抽出し、多く出現したものから数社を並べると下記ようになる（括弧内は出現レコード数）。

1. Apple (356,734)
2. Intel (86,505)
3. Hon Hai Precision (47,621)
4. Sony Mobile Communications (25,405)
5. Liteon Technology (17,197)
6. SHARP (10,141)

これは必ずしもデバイスの製造元と一致しないが、アップル社製のネットワークインタフェースを他社製品が搭載していることは考え難いため、アップル社製品の圧倒的な多さと頻繁な無線LANへの接続（ユーザのネットワーク的アクティビティの高さ）が読み取れる。

5 おわりに

本論文では京都女子大学の学内で運用されている無線LANについて、その利用記録か

ら利用者の動向を調査し、分析した。このような分析結果は、学内ネットワークの運用や将来のネットワークの設計に役立つ基礎的な情報として常時蓄積すべきものと考ええる。ネットワーク管理者は日常的にこのような分析を行い、課題を発見し、それを解決するための施策を実施すべきであり、そのためのシステム（ネットワークの利用記録を日常的に分析するためのツール群など）の構築が急がれる。

〈参考文献〉

- Rafael Ballagas, Michael Rohs, Jennifer G. Sheridan, Jan Borchers, 2004, BYOD: Bring your own device, Proceedings of the Workshop on Ubiquitous Display Environments at Ubicomp.
- Tristan Henderson, David Kotz, Ilya Abyzov, 2008, The changing usage of a mature campus-wide wireless network, Computer Networks, 52 (14), 2690 – 2712.
- Aaron Gember, Ashok Anand, Aditya Akella, 2011, A comparative study of handheld and non-handheld traffic in campus Wi-Fi networks, Passive and Active Measurement, Springer Berlin Heidelberg, 173 – 183.
- 佐藤真, 村上登志男, 磯上貞雄, 城所弘泰, 久保山哲二, 2012, キャンパス内の無線LAN利用動向分析, 情報処理学会研究報告, 2013-IOT-22 (3), 1 – 5。
- 杉本章義, 佐藤聡, 和田耕一, 2013, 学内無線LANシステムにおける利用統計データの分析とその課題, 情報処理学会研究報告, 2013-IOT-23 (7), 1 – 5。
- 宮下健輔, 水野義之, 2012, 京都女子大学の情報環境と全学共通情報教育に関する一考察, 現代社会研究科論集: 京都女子大学大学院現代社会

研究科紀要, No. 6, 59-78。

宮下健輔, 2013, 京都女子大学における無線 LAN 利用動向調査, 情報処理学会研究報告, 2013-IOT-23 (6), 1-5。

宮下健輔, 2014, 学内 LAN 利用ログの分析と応用, 情報処理学会研究報告, 2014-IOT-27 (5), 1-5。

技術検討ワーキンググループ報告書, 2013, 第 5 回 パーソナルデータに関する検討会配付資料, 首相官邸。

[注]

- 1) <http://www.businessinsider.com/internet-of-things-billions-of-connected-devices-2014-1>
- 2) ネットワーク構造においてユーザのデバイスが直接接続される部分
- 3) ネットワーク機器の管理のための単純な通信プロトコル (Simple Network Management Protocol)
- 4) Organizationally Unique Identifier (OUI) と呼ばれる部分で, ネットワークインタフェースのペンダを表す
- 5) <http://www.kyoto-wu.ac.jp/gakuen/student/>
- 6) <http://www.kyoto-wu.ac.jp/gakuen/kyoin/>

A Survey of Wireless LAN Usage Trend in Kyoto Women's University

MIYASHITA Kensuke

〈Abstract〉

The era of portable information devices has begun in the late 1990s and smart devices have spreaded explosively in the late 2000s. The local area networks in university campus are being developed in accordance with the trend. In Kyoto Women's University, wireless LAN service has begun in the year 2001 and grows steadily into that about 150 wireless access points are deployed in the half of the campus in 2014. This paper reports and analyses the usage trend survey of wireless LAN in the university.

Keywords : Information System, Campus Network, Wireless LAN, Usage Trend